

This Page Is Inserted by IFW Operations.
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.

Exhaust gas purifier for engines

Patent Number: ☐ US6082101

Publication date: 2000-07-04

Inventor(s): SHIRAIISHI TAKASHI (JP); MANAKA TOSHIO (JP)

Applicant(s):: HITACHI LTD (JP)

Requested Patent: ☐ DE19732167

Application Number: US19970901796 19970728

Priority Number(s): JP19960197591 19960726

IPC Classification: F01N3/00

EC Classification: F01N11/00B, F01N11/00C

Equivalents: ☐ JP10037741

Abstract

An exhaust gas purifier equipped with a catalyst converter including an early-activation catalyst converter and a pre-catalyst converter for purifying harmful exhaust gas discharged from an engine evaluates a characteristic of the exhaust gas purification rate of the catalyst converter from the cooled condition to the warmed condition of a catalyst to diagnose a deterioration of the early-activation function of the catalytic converter. The purifier compares a rising part of the evaluated characteristic of the exhaust gas purification rate with a rising part of a reference characteristic and judges that the early-activation catalyst converter is deteriorated if a difference between these rising parts is beyond a predetermined value, and compares a steady state part of the evaluated characteristic of the exhaust gas purification rate with a steady state part of the reference characteristic and judges that the pre-catalyst converter is deteriorated if a difference between these steady state parts is beyond a predetermined value.

Data supplied from the esp@cenet database - I2

By Express Mail
No. EL 913696160 US

19 BUNDESREPUBLIK

DEUTSCHLAND



DEUTSCHES

PATENTAMT

12 Offenlegungsschrift

10 DE 197 32 167 A

51 Int. Cl.:

F01 N 9/00

G 01 M 15/00

21 Aktenzeichen: 197 32 167.4

22 Anmeldetag: 25. 7. 97

43 Offenlegungstag: 29. 1. 98

30 Unionspriorität:

8-197591 28.07.96 JP

71 Anmelder:

Hitachi, Ltd., Tokio/Tokyo, JP

74 Vertreter:

Beetz und Kollegen, 80538 München

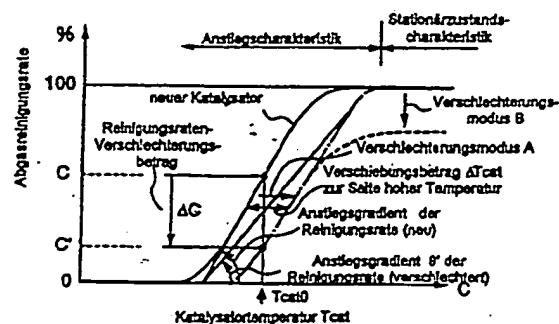
72 Erfinder:

Manaka, Toshio, Hitachinaka, JP; Shiraishi, Takashi, Ibaraki, JP

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 Abgasreinigungsvorrichtung für Verbrennungsmotoren

57 Eine Abgasreinigungsvorrichtung für Verbrennungsmotoren, die mit einem Katalysator (8) ausgerüstet ist, der mit einem Schnellaktivierungskatalysator (8A) und einen Vorkatalysator (8B) zum Reinigen von vom Motor abgegebenen schädlichen Abgasen ausgerüstet ist, ermittelt eine Charakteristik der Abgasreinigungsrate des Katalysators (8) vom kalten Zustand zum warmen Zustand des Katalysators (8), um eine Verschlechterung (A) der Schnellaktivierungsfunktion des Katalysators (8) zu diagnostizieren. Die Abgasreinigungsvorrichtung vergleicht einen Anstiegsabschnitt der ermittelten Charakteristik der Reinigungsrate mit einem Anstiegsabschnitt einer Referenzcharakteristik und urteilt, daß der Schnellaktivierungskatalysator (8A) verschlechtert ist, wenn die Differenz zwischen diesen Anstiegsabschnitten mindestens einen vorgegebenen Wert übersteigt. Die Abgasreinigungsvorrichtung vergleicht ferner einen Stationärzustandsabschnitt der ermittelten Charakteristik der Abgasreinigungsrate mit einem Stationärzustandsabschnitt der Referenzcharakteristik und urteilt, daß der Vorkatalysator (8B) verschlechtert ist, falls eine Differenz zwischen diesen Stationärzustandsabschnitten mindestens einen vorgegebenen Wert übersteigt.



DE 197 32 167 A1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

DE 197 32 167 A1

Beschreibung

Die vorliegende Erfindung betrifft das Gebiet der mit einem Katalysator ausgerüsteten Abgasreinigungsvorrichtungen für Verbrennungsmotoren, die vom Verbrennungsmotor abgegebene schädliche Abgase in unschädliche Abgase umsetzen, und insbesondere eine Technik für die Diagnose der Verschlechterung des Katalysators.

Wegen der strengeren Vorschriften bezüglich schädlicher Komponenten (z. B. HC, CO, NO_x) in den von Kraftfahrzeugmotoren oder dergleichen ausgestoßenen Abgasen sind verschiedene Techniken für die Diagnose der Verschlechterung des für die Reinigung des Abgases verwendeten Katalysators vorgeschlagen worden.

Ein typischer Katalysator ist ein Dreibegekatalsator, der gleichzeitig die Reduktion von NO_x und die Oxidation von HC und CO bewerkstelligt. Um die Reinigung des Abgases weiter zu verbessern, ist ein Katalysator vorgeschlagen worden, der nicht nur einen Hauptkatalysator, sondern außerdem einen Vorkatalysator enthält.

Beispielsweise sind aus der JP 5-248227-A Verfahren zur Diagnose von Katalysatoren bekannt, in denen Abgassensoren, z. B. O₂-Sensoren verwendet werden, die im Abgasrohr vor und hinter dem Katalysator angeordnet sind. In diesen Verfahren wird eine Verschlechterung eines Katalysators anhand einer Korrelation zwischen dem stromaufseitigen O₂-Sensor und dem stromabseitigen O₂-Sensor diagnostiziert, etwa anhand der gemessenen Zeit zwischen der Ausgangsinversion des stromaufseitigen O₂-Sensors und der Ausgangsinversion des stromabseitigen O₂-Sensors, wenn das Luft-/Kraftstoffverhältnis von mager nach fett oder von fett nach mager invertiert wird, oder anhand des Ausgangsverhältnisses, des Ansprechverhältnisses oder des Phasenverhältnisses zwischen dem stromaufseitigen Sensor und dem stromabseitigen Sensor.

Jedes dieser Verfahren beurteilt die Verschlechterung des Katalysators durch quantitative Bestimmung der Sauerstoffspeicherung des Katalysators. Bei einer höheren Reinigungsrate des Abgases durch einen Katalysator (höhere Sauerstoffspeicherung) wird der Korrelationskoeffizient zwischen dem Ausgang des stromabseitigen Abgassensors (des Abgassensors nach dem Katalysator) und dem Ausgang des stromaufseitigen Abgassensors (des Abgassensors vor dem Katalysator) niedrig, ferner wird das Ansprechverhalten verzögert und nimmt der Ausgang des stromabseitigen Abgassensors ab. Die Beurteilung der Verschlechterung des Katalysators erfolgt anhand dieser Eigenschaften.

Wenn der Katalysator neu ist, ist die Sauerstoffspeicherung in der Nähe von 300°C gesättigt (100% Aktivierung des Katalysators), während bei fortschreitender Wärmeverschlechterung das Sauerstoffspeichungsvermögen auch im Bereich von 300°C bis 550°C einen Zustand mit 100% Aktivierung nicht erreicht. Der Zustand mit 100% Aktivierung kann eventuell bei einer Temperatur oberhalb dieses Bereichs erreicht werden, da das Sauerstoffspeichungsvermögen allmählich abnimmt (wobei selbst in diesem Fall bisher von einem guten Katalysator gesprochen worden ist). Daher wird eine fehlerhafte Diagnose vermieden, wenn entsprechend der Temperatur zum Diagnosezeitpunkt ermittelt wird, ob der Katalysator ein guter oder ein verschlechterter Katalysator ist.

Aus der JP 7-71232-A ist eine Diagnosevorrichtung für eine Abgasreinigungsvorrichtungen für Fahrzeuge

bekannt, die im Abgasrohr des Verbrennungsmotors hintereinander mehrere katalytische Körper aufweist, wobei die Diagnosevorrichtung stromaufseitig vom vordersten katalytischen Körper und stromabseitig vom hintersten katalytischen Körper Abgassensoren umfaßt. Wenn vorgegebene Diagnosebedingungen vorliegen (z. B. wenn der Motorbetriebszustand, der etwa durch die Motorlast und die Motordrehzahl gegeben ist, innerhalb des Diagnosebereichs liegt und der Aufwärmvorgang abgeschlossen ist oder wenn das Fahrzeug mit konstanter Geschwindigkeit fährt), wird die Reinigungsrate eines spezifischen katalytischen Körpers anhand der Gesamtreinigungsrate der Abgasreinigungsvorrichtung und der jeweiligen Reinigungsrate der einzelnen katalytischen Körper mit Ausnahme des spezifischen katalytischen Körpers, die aus den jeweiligen Erfassungssignalen von den entsprechenden Abgassensoren ermittelt werden, erhalten, wobei der Verschlechterungszustand des Katalysators durch Vergleichen der Reinigungsrate des spezifischen katalytischen Körpers mit einem Referenzwert beurteilt wird.

Andere Diagnosetechniken für Katalysatoren, die auf die Sauerstoffspeicherung Bezug nehmen, sind beispielsweise bekannt aus JP 5-98945-A, JP 5-98946-A, JP 5-98947-A, JP 5-98948-A, JP 5-98949-A, JP 5-106493-A, JP 5-106494-A, JP 5-163989-A, JP 5-180043-A und JP 6-173661-A.

Die herkömmlichen Diagnosetechniken für die Verschlechterung von Katalysatoren zur Abgasreinigung beurteilen die Verschlechterung anhand der Reinigungsrate nach der Aktivierung des Katalysators, d. h. sie bestimmen in quantitativer Weise das Vermögen der gesättigten Sauerstoffspeicherung.

Die Anforderungen an die Abgasreinigung sind im Hinblick auf den Umweltschutz in letzter Zeit strenger geworden. Um derart strenge Anforderungen zu erfüllen, ist ein Katalysator vorgeschlagen worden, in dem zusätzlich zum Hauptkatalysator ein Schnellaktivierungskatalysator, durch den die Aktivierung beschleunigt wird, sowie ein Vorkatalysator, mit dem der Reinigungswirkungsgrad nach der Aktivierung sichergestellt wird, vorgesehen.

Der Schnellaktivierungskatalysator verwendet grundsätzlich einen Dreibegekatalsator wie der Hauptkatalysator und der Vorkatalysator. Um jedoch die Zeitperiode bis zum Erreichen der Aktivierungstemperatur ab dem Anlassen des Motors zu verkürzen, kann der Schnellaktivierungskatalysator mit einer elektrischen Heizeinrichtung versehen sein, einen Beschleunigungskatalysator für die Oxidationsreaktion enthalten oder eine kleine Wärmekapazität besitzen und näher am Motor angeordnet sein. Die Temperatur des Schnellaktivierungskatalysators erreicht die Aktivierungstemperatur, bevor der Hauptkatalysator und der Vorkatalysator ihre jeweiligen Aktivierungstemperaturen erreichen. Daher kann der Schnellaktivierungskatalysator eine Abgasreinigung kurze Zeit nach dem Anlassen des Motors ausführen.

Unter diesen Umständen ist es außerdem erforderlich, die Schnellaktivierungsfunktion eines Katalysators (insbesondere des Schnellaktivierungskatalysators) zu diagnostizieren; vorhandene Diagnosetechniken für Katalysatoren können diese Anforderung jedoch nicht erfüllen. Der Grund hierfür besteht darin, daß herkömmliche Diagnosetechniken für Katalysatoren die Verschlechterung eines Katalysators anhand der Abgasreinigungsrate diagnostizieren, nachdem der Katalysator die Aktivierungstemperatur erreicht hat, und daß

keine Techniken bekannt sind, mit denen überwacht wird, wieviel Zeit ~~im~~ Anlassen des Motors bis zur Aktivierung des Katalysators verstreicht.

Es ist eine Aufgabe der Erfindung, eine Abgasreinigungsvorrichtung für Verbrennungsmotoren zu schaffen, die zusätzlich zum Hauptkatalysator einen Schnellaktivierungskatalysator enthält, strenge Abgasvorschriften erfüllt und eine exakte Diagnose der Verschlechterung des Katalysators ermöglicht.

Es ist eine weitere Aufgabe der Erfindung, die Eigenschaften eines Vorkatalysators und eines Schnellaktivierungskatalysators zu unterscheiden und in getrennten Verschlechterungsdiagnosen zu verarbeiten, wenn vor dem Hauptkatalysator ein Hilfskatalysator, der einen Schnellaktivierungskatalysator und einen Vorkatalysator enthält, vorgesehen ist.

Die erste Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch eine Abgasreinigungsvorrichtung für Verbrennungsmotoren, die die in den Ansprüchen 1 und/oder 2 angegebenen Merkmale besitzt. Die zweite Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch eine Abgasreinigungsvorrichtung für Verbrennungsmotoren, die die im Anspruch 3 angegebenen Merkmale besitzt. Die abhängigen Ansprüche sind auf bevorzugte Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung gerichtet.

Gemäß einem ersten Aspekt der Erfindung enthält die mit einem Katalysator ausgerüstete Abgasreinigungsvorrichtung für Verbrennungsmotoren eine Katalysator-Diagnoseeinrichtung, die die Verschlechterung des Katalysators beurteilt, indem sie die Anstiegscharakteristik (Übergangscharakteristik) der Abgasreinigungsrate in Abhängigkeit von der Katalysatortemperatur mit einer Referenz-Anstiegscharakteristik (Referenz-Übergangscharakteristik) vergleicht.

Gemäß einem weiteren Aspekt der Erfindung enthält die erfindungsgemäße Abgasreinigungsvorrichtung für Verbrennungsmotoren einen Hauptkatalysator sowie einen vor dem Hauptkatalysator angeordneten Hilfskatalysator, der einen Schnellaktivierungskatalysator, mit dem eine schnelle Aktivierung erzielt wird, und einen Vorkatalysator, der den Reinigungswirkungsgrad nach der Aktivierung sicherstellt, umfaßt; die Abgasreinigungsvorrichtung enthält einen Abgassensor, der entweder nur stromabseitig oder stromaufseitig und stromabseitig vom Hilfskatalysator angeordnet ist; eine Einrichtung zum Erfassen oder Schätzen der Temperatur des Hilfskatalysators; und eine Katalysatordiagnoseeinrichtung, in die Informationen bezüglich der Temperatur des Hilfskatalysators und Daten vom Abgassensor eingegeben werden und die die Anstiegscharakteristik der Abgasreinigungsrate in Abhängigkeit von der Katalysatortemperatur sowie die Stationärzustandscharakteristik nach dem Übergangszustand bewertet und urteilt, daß sich der Schnellaktivierungskatalysator verschlechtert hat, wenn eine Abweichung zwischen der Anstiegscharakteristik und einer Referenz-Anstiegscharakteristik einen vorgegebenen Betrag übersteigt, und die urteilt, daß sich der Vorkatalysator verschlechtert hat, wenn die Stationärzustandscharakteristik unter einem vorgegebenen Wert liegt.

Weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung werden deutlich beim Lesen der folgenden Beschreibung einer bevorzugten Ausführungsform, die auf die beigegebenen Zeichnungen Bezug nimmt; es zeigen:

Fig. 1 eine schematische Ansicht eines Motorsystems, auf das die Erfindung anwendbar ist;

Fig. 2 ein Blockschaltbild zur Veranschaulichung einer Ausführungsform der erfindungsgemäßen Abgas-

reinigungsvorrichtung;

Fig. 3 ein erläuterndes Diagramm, das die Abgasreinigungsrate charakteristiken zeigt;

Fig. 4 ein erläuterndes Diagramm, das die Beziehung zwischen der Abgasreinigungsrate und dem Korrelationskoeffizienten der Abgassensorsignale vor dem Katalysator und nach dem Katalysator zeigt;

Fig. 5 ein erläuterndes Diagramm, das die Änderung der Abgassensorsignale vor dem Katalysator und nach dem Katalysator sowie der Katalysatortemperatur, der Katalysatorreinigungsrate, der HC-Konzentration hinter dem Katalysator und die Sensorsignal-Korrelation im zeitlichen Ablauf zeigt;

Fig. 6 ein Flußdiagramm zur Erläuterung eines ersten Teils einer Katalysatorverschlechterungsdiagnose gemäß einer Ausführungsform der Erfindung; und

Fig. 7 ein Flußdiagramm, das den restlichen Teil der Katalysatorverschlechterungsdiagnose dieser Ausführungsform zeigt.

In dem in Fig. 1 gezeigten Motorsystem empfängt eine Steuereinheit 12 die folgenden Signale: Erfassungssignale von einem Luftdurchflußmengensensor 1 und von einem Drosselklappensensor 2, die sich in einem Luftansaugsystem befinden, Erfassungssignale von einem Drehzahlsensor 11 und von einem Wassertemperatursensor 4 im Motor 13, Erfassungssignale von einem Abgassensor 5 (der sich stromaufseitig vom Hilfskatalysator 8 befindet und im folgenden als "Sensor vor Katalysator" bezeichnet wird) und von einem Abgassensor 6 (der sich stromabseitig vom Hilfskatalysator 8 befindet und im folgenden als "Sensor nach Katalysator" bezeichnet wird) in einem Abgassystem sowie ein Erfassungssignal von einem Katalysatortemperatursensor 10. Dem Motor 13 wird durch eine Ansaugleitung 14 Luft zugeführt, während Abgas vom Motor durch eine Abgasleitung 15 ausgestoßen wird.

Die Steuereinheit 12 bestimmt eine Durchflußmenge des dem Motor 13 zuzuführenden Kraftstoffs auf der Grundlage eines Signals vom Luftdurchflußmengensensor 1 (das die vom Motor angesaugte Luftmenge Q_a angibt), eines Signals vom Drosselklappensensor 2 (das den Öffnungsgrad TH einer Drosselklappe angibt), eines Signals vom Wassertemperatursensor 4 (das die Motorkühlwassertemperatur T_w angibt), eines Signals vom vorkatalytischen Sensor 5 (das das Luft-/Kraftstoffverhältnissignal G_f angibt) und eines Signals vom Drehzahlsensor 11 (das die Motordrehzahl N angibt). Die Steuereinheit 12 gibt ein Kraftstoffzufuhrsignal, das der bestimmten Kraftstoffdurchflußmenge entspricht, an eine Einspritzeinrichtung 3 aus.

Das Abgas vom Motor 13 wird durch den Hilfskatalysator 8 (dem Schnellaktivierungskatalysator 8A und dem Vorkatalysator 8B) sowie den Hauptkatalysator 9 gereinigt.

Der Schnellaktivierungskatalysator 8A besitzt eine Katalysatorzusammensetzung ähnlich derjenigen des Vorkatalysators 8B und derjenigen des Hauptkatalysators 9 (z. B. ein Dreiwegekatalysator). Der Katalysator 8A besitzt eine geringe Wärmekapazität und ist in der Nähe des Motors 13 installiert, so daß er so schnell wie möglich erwärmt wird und die Aktivierung selbst dann beschleunigt wird, wenn der Motor aus dem abgekühlten Zustand heraus angelassen wird, wodurch die Reinigung des Abgases beschleunigt wird.

Der Schnellaktivierungskatalysator 8A kann durch einen Strom oder eine Hochfrequenzwelle oder durch Verwenden eines Oxidationsreaktion-Beschleunigungskatalysators in einer frühen Stufe erwärmt werden. Der

Vorkatalysator 8B ist ein Katalysator, der den Reinigungswirkungsgrad des Katalysators sicherstellt und die vom Schnellaktivierungskatalysator 8A nicht entfernten schädlichen Abgase reinigt. Da der Schnellaktivierungskatalysator 8A im Vergleich zum Hauptkatalysator 9 eine geringere Größe besitzt, wird er im allgemeinen vergleichsweise schnell erwärmt. Der Hauptkatalysator 9 beseitigt die schädlichen Abgase, die vom Schnellaktivierungskatalysator 8A und vom Vorkatalysator 8B nicht entfernt werden.

Der vor dem Hauptkatalysator 9 installierte Hilfskatalysator 8 ist aus dem Schnellaktivierungskatalysator 8A und dem Vorkatalysator 8B aufgebaut. Insbesondere kann der Schnellaktivierungskatalysator 8A den Ausstoß schädlicher Abgase bei kaltem Motor stark reduzieren, so daß die strenge Abgasvorschrift ULEV in Nordamerika erfüllt werden kann. Es wird darauf hingewiesen, daß es schwierig ist, mit der Kombination lediglich des Vorkatalysator 8B und des Hauptkatalysator 9 diese Abgasvorschrift ULEV zu erfüllen.

Bei Anordnung des Schnellaktivierungskatalysators 8A wie oben beschrieben ist eine Diagnose der Schnellaktivierung erforderlich, um die strenge Abgasvorschrift zu erfüllen.

Um im vorliegenden Beispiel den Schnellaktivierungskatalysator 8A und den Vorkatalysator 8B zu diagnostizieren, sind in der Abgasleitung stromaufseitig bzw. stromabseitig vom Hilfskatalysator 8 (vor dem Schnellaktivierungskatalysator 8A und hinter dem Vorkatalysator 8B) Abgassensoren 5 bzw. 6 angeordnet. Der Schnellaktivierungskatalysator 8A wird in Verbindung mit dem Verschlechterungsmodus A in Fig. 3 diagnostiziert, während der Vorkatalysator 8B in Verbindung mit dem Verschlechterungsmodus B in Fig. 3 diagnostiziert wird.

Da der Hauptkatalysator 9 entfernt vom Motor angeordnet ist, ist er oftmals einem gereinigten Abgas mit verhältnismäßig niedriger Temperatur ausgesetzt und wird daher kaum verschlechtert.

Nun werden mit Bezug auf Fig. 3 die Verschlechterungsmodi A und B eines Katalysators beschrieben.

Bei fortschreitender Verschlechterung sinkt das Sauerstoffspeichervermögen des Katalysators ab, so daß die Anstiegscharakteristik der Abgasreinigungsrate in Abhängigkeit von der Katalysatortemperatur Tcat zur Seite hoher Temperatur verschoben wird (Verschlechterungsmodus A) oder die Gesamtreinigungsrate der Stationärzustandscharakteristik nach dem Anstieg absinkt (Verschlechterungsmodus B).

Fig. 4 zeigt Phänomene, die aus einem Signal vom Sensor 6 nach Katalysator erhalten werden können. Je höher die Abgasreinigungsrate (je höher das Sauerstoffspeichervermögen) ist, desto niedriger ist die Konzentration unverbrannter Kohlenwasserstoffe (HC-Konzentration) hinter dem Katalysator und desto niedriger ist der Signal-Korrelationskoeffizient zwischen dem Sensor 5 vor Katalysator und dem Sensor 6 nach Katalysator. Ferner wird die Signalantwort des Sensors 6 nach Katalysator verzögert. Somit kann durch Überwachen dieser Größen die Abgasreinigungsrate berechnet werden.

Nun wird beispielhaft der Fall beschrieben, in dem die Abgasreinigungsrate aus dem Korrelationskoeffizienten zwischen den Ausgangssignalen Gf und Gr des Abgassensors 5 vor Katalysator bzw. des Abgassensors 6 nach Katalysator berechnet wird.

Wie in Fig. 5 gezeigt ist, wird für das Luft-/Kraftstoffverhältnis des Motors in Übereinstimmung mit einem

Ausgangssignal Gf des Abgassensors 5 vor Katalysator eine Rückkopplungsregelung ausgeführt. Wegen der Rückkopplungsregelung für das Luft-/Kraftstoffverhältnis führt die dem Motor zugeführte Kraftstoffmenge wiederholt ein Überschwingen und ein Unterschwingen um einen Sollwert aus, anschließend schwankt das Signal Gf vom Abgassensor 5 vor Katalysator periodisch.

Das Ausgangssignal Gr vom Abgassensor 6 nach Katalysator schwankt zunächst im wesentlichen mit der gleichen Signalfrequenz wie das Ausgangssignal Gf des Abgassensors 5 vor Katalysator. Bei steigender Katalysatortemperatur nimmt jedoch die Katalysatorreinigungsrate zu, so daß die Schwankung klein wird. Der Grund hierfür besteht darin, daß bei zunehmender Reinigungsrate die Sauerstoffspeichervirkung des Katalysators zunimmt und das Ansprechverhalten eines Signals Gr des Abgassensors 6 nach Katalysator klein wird. Daher kann die Reinigungsratencharakteristik von Fig. 3 anhand der Beziehung zwischen dem Korrelationskoeffizienten zwischen dem Abgassensorsignal Gf vor Katalysator und dem Abgassensorsignal Gr nach Katalysator und der Katalysatortemperatur Tcat ermittelt werden.

Die Reinigungsratencharakteristik (Anstiegscharakteristik) und die Stationärzustandscharakteristik eines neuen Hilfskatalysators 8 (der einen Schnellaktivierungskatalysator 8A und einen Vorkatalysator 8B enthält) werden im voraus ermittelt (Fig. 3) und als Referenz-Anstiegscharakteristik bzw. als Referenz-Stationärzustandscharakteristik in der Steuereinheit 12 gespeichert.

Die Anstiegscharakteristik und die Stationärzustandscharakteristik des Hilfskatalysators 8, die sich zeitlich verändern, werden anhand der Beziehung zwischen dem Korrelationskoeffizienten zwischen den Signalen Gf und Gr des Abgassensors vor Katalysator bzw. des Abgassensors nach Katalysator und der Katalysatortemperatur Tcat berechnet, wobei die berechneten Werte (Überwachungswerte) gespeichert werden. Ein Vergleich dieser Überwachungscharakteristiken (sowohl der Anstiegscharakteristik als auch der Stationärzustandscharakteristik des zu überwachenden Hilfskatalysators 8) mit den Referenzcharakteristiken zeigt, ob es sich bei der Verschlechterung um den Verschlechterungsmodus A oder um den Verschlechterungsmodus B handelt.

Beim Verschlechterungsmodus A wird die Verschlechterung des Katalysators 8 hauptsächlich durch die Verschlechterung des Schnellaktivierungskatalysators 8A hervorgerufen, während die Verschlechterung des Katalysators 8 im Verschlechterungsmodus B hauptsächlich durch die Verschlechterung des Vorkatalysators 8B hervorgerufen wird.

Im vorliegenden Beispiel wird die Diagnose der Verschlechterungsmodi A und B unter Verwendung der Steuereinheit 12 folgendermaßen ausgeführt:

Die Steuereinheit 12 enthält einen Funktionsabschnitt, der eine Katalysatordiagnoseeinrichtung 20 (Fig. 2) bildet. Die Katalysator-Diagnoseeinrichtung umfaßt eine Abgasreinigungsrate-Erfassungsfunktion, eine Katalysatorverschlechterungsmodus-Unterscheidungsfunktion und eine Katalysatordiagnose-/Alarmsignal-Erzeugungsfunktion.

Die Katalysator-Diagnoseeinrichtung 20 empfängt das Signal Gf vom Abgassensor vor Katalysator, das Signal Gr vom Abgassensor nach Katalysator sowie das Katalysatortemperatursignal Tcat und ermittelt die Ab-

gasreinigungsratencharakteristik des Katalysators, die in Fig. 3 gezeigt ist, und der Änderung von Tcat und der Korrelationskoeffizienten zwischen Gf und Gr.

Dann wird anhand der ermittelten Abgasreinigungs-ratencharakteristik beurteilt, ob eine Verschlechterung der Anstiegscharakteristik des Schnellaktivierungskatalysators 8A (Verschlechterungsmodus A) und/oder eine Verschlechterung der Stationärzustandscharakteristik des Vorkatalysators 8B (Verschlechterungsmodus B) vorliegt.

Schließlich werden die Verschlechterung der Anstiegscharakteristik des Schnellaktivierungskatalysators 8A (Verschlechterungsmodus A) und die Stationärzustandscharakteristik des Vorkatalysators 8B (Verschlechterungsmodus B) mit den entsprechenden Referenzcharakteristiken verglichen. Falls der Verschlechterungsbetrag ΔA des Verschlechterungsmodus A (z. B. der Verschiebungsbetrag ΔT_{cat} zur Seite hoher Temperatur in Fig. 3) über einem vorgegebenen Wert liegt, wird geurteilt, daß der Schnellaktivierungskatalysator 8A verschlechtert ist, während dann, wenn der Verschlechterungsbetrag ΔB des Verschlechterungsmodus B über einem vorgegebenen Wert liegt, beurteilt wird, daß der Vorkatalysator 8B verschlechtert ist. Die Steuereinheit 12 speichert die Ergebnisse der Beurteilungen und erzeugt ein Alarmsignal, falls der Katalysator 8A und/oder 8B durch einen neuen Katalysator ersetzt werden muß. So kann bei Verwendung der beiden Abgassensoren 5 und 6 erfindungsgemäß unterschieden werden, ob der Schnellaktivierungskatalysator 8A und/oder der Vorkatalysator 8B fehlerhaft arbeiten, so daß die Ersetzung lediglich des fehlerhaften Katalysators möglich ist.

Statt der Katalysatortemperatur Tcat kann die Temperatur verwendet werden, die anhand der angesaugten Luftmenge Qa, der Kraftstoffzufuhrmenge und/oder der seit dem Anlassen des Motors verstrichenen Zeit geschätzt wird. Wenn der Schnellaktivierungskatalysator 8A mit elektrischem Strom oder mit einer Hochfrequenzwelle erhitzt wird, kann die Temperatur anhand des Integrals über die Leistung oder die Energie geschätzt werden. Statt des geschätzten Werts können Daten für die Ermittlung des geschätzten Werts direkt verwendet werden.

Im folgenden wird mit Bezug auf die Flußdiagramme der Fig. 6 und 7 der Prozeß der Katalysatordiagnose gemäß dieser Ausführungsform beschrieben. Dieser Prozeß wird periodisch wiederholt.

Zunächst liest die Steuereinheit 12 im Schritt 100 die Ansaugluftmenge Qa, die in den Motor gesaugt werden soll, die Motorkühlwassertemperatur TW, das Signal Gf des Sensors vor Katalysator, das Signal Gr des Sensors nach Katalysator, die Katalysatortemperatur Tcat und die Motordrehzahl N. Im Schritt 101 wird in Übereinstimmung mit dem Signal Gf des Sensors vor Katalysator die Luft-/Kraftstoffverhältnisregelung ausgeführt.

Wenn im Schritt 102 festgestellt wird, daß sich der Katalysator (hier der aus dem Schnellaktivierungskatalysator 8A und dem Vorkatalysator 8B aufgebaute Hilfskatalysator 8) im kalten Zustand befindet, d. h. wenn die Katalysatortemperatur Tcat niedriger als Tcold ist (Tcold ist ein Kriterium für den Kaltbetrieb), geht die Steuerprozedur weiter zum Schritt 103. Im Schritt 103 wird der Korrelationskoeffizient zwischen den Signalen Gf und Gr vom Sensor 5 vor Katalysator bzw. vom Sensor 6 nach Katalysator berechnet.

Im Schritt 104 wird auf der Grundlage des Korrelationskoeffizienten zwischen Gf und Gr und der Charak-

teristik von Fig. 4 die Abgasreinigungsrate berechnet. Im Schritt 105 wird festgestellt, ob der Hilfskatalysator 8 über einen vorgegebenen Wert erwärmt ist. Wenn dies der Fall ist, d. h. wann die Katalysatortemperatur Tcat höher als Thot ist (Thot ist ein Kriterium für den Warmbetrieb), wird die Beziehung zwischen der Abgasreinigungsrate und der Katalysatortemperatur (Abgasreinigungs-ratencharakteristik von Fig. 3) im Schritt 106 ermittelt. Der Verschlechterungsbetrag ΔA des Verschlechterungsmodus A (ΔA entspricht dem Verschlebungsbetrag ΔT_{cat} zur Seite höherer Temperatur) und der Verschlechterungsbetrag ΔB des Verschlechterungsmodus B werden berechnet.

Im Schritt 107 wird festgestellt, ob sich die Anstiegscharakteristik um mehr als einen Wert α zur Seite höherer Temperatur verschoben hat (d. h. $\Delta A > \alpha$). Wenn dies der Fall ist, wird im Schritt 108 entschieden, daß der Schnellaktivierungskatalysator 8A einer Verschlechterung in einem Ausmaß unterworfen ist, die seine Ersetzung erforderlich macht (Katalysator ist fehlerhaft), wobei das Entscheidungsergebnis (NG-Entscheidung) gespeichert wird und ein Alarm ausgegeben wird. Andernfalls wird im Schritt 109 entschieden, daß der Schnellaktivierungskatalysator 8A normal arbeitet, wobei das Entscheidungsergebnis (OK-Entscheidung) gespeichert wird.

Dann wird im Schritt 110 festgestellt, ob der Verschlechterungsbetrag ΔB im Verschlechterungsmodus B größer als ein vorgegebener Wert β ist. Falls $\Delta B > \beta$, wird im Schritt 111 entschieden, daß der Vorkatalysator 8B verschlechtert ist, wobei das Entscheidungsergebnis (NG-Entscheidung) gespeichert wird und ein Alarm ausgegeben wird. Andernfalls wird im Schritt 112 entschieden, daß der Vorkatalysator 8B normal arbeitet, wobei das Entscheidungsergebnis (OK-Entscheidung) gespeichert wird. Schließlich wird im Schritt 113 ein Katalysatordiagnoseabschluß-Merker gesetzt, woraufhin ein Diagnosezyklus abgeschlossen ist. Falls im Schritt 102 festgestellt wird, daß der Katalysator momentan erwärmt wird, geht die Steuerprozedur weiter zum Schritt 114. Im Schritt 114 wird geprüft, ob der Katalysatordiagnoseabschluß-Merker gesetzt ist. Wenn der Merker gesetzt ist, ist der Prozeß beendet. Wenn der Merker nicht gesetzt ist, geht der Prozeß weiter zum Schritt 103, in dem die Abgasreinigungsrate berechnet wird.

Die Diagnose der Verschlechterung im Schritt 108 kann übrigens alternativ folgendermaßen erfolgen: die Katalysatortemperatur Tcat0, die als repräsentativer Punkt einer Referenz-Anstiegscharakteristik dient (z. B. der Anstiegscharakteristik der Abgasreinigungsrate eines neuen Katalysators) sowie die Abgasreinigungsrate C bei dieser Temperatur werden gesetzt. Die Reinigungsrate C wird mit der Abgasreinigungsrate C' bei Tcat0 des überwachten Katalysators verglichen. Es wird festgestellt, daß der Schnellaktivierungskatalysator 8A verschlechtert ist, wenn die Rate C' mindestens um einen vorgegebenen Wert unterhalb der Rate C liegt oder wenn der Gradient θ' der überwachten Anstiegsrate mindestens um einen vorgegebenen Wert niedriger als der Gradient θ der Referenz-Anstiegscharakteristik ist.

Die entsprechenden Diagnoseergebnisse, die den Verschlechterungsmodi A und B entsprechen, werden in verschiedenen, unterscheidbaren Codes gespeichert. Ferner wird in der Steuereinheit 12 eine Charakteristik einer Referenzreinigungsrate in Abhängigkeit von der Temperatur eines neuen Katalysators, wie sie in Fig. 3 gezeigt ist, gespeichert. Dadurch ist der Vergleich mit

dem überwachten Wert der Reinigungsrate möglich.

Unter Verwendung des Ansprechverhaltens des Signals Gr des Sensors nach Katalysator, der Konzentration unverbrannter Kohlenwasserstoffe (HC-Konzentration) des Abgases vom Katalysator oder dergleichen anstelle des Korrelationskoeffizienten zwischen den Signalen des Sensors vor Katalysator und des Sensors nach Katalysator kann die Abgasreinigungsrate charakteristik aus der Beziehung zwischen dieser Größe und der Katalysatortemperatur ermittelt werden.

Die obigen Erläuterungen sind hauptsächlich für den Hilfskatalysator 8 gegeben worden. Die Diagnose des Katalysators anhand der Anstiegscharakteristik der Abgasreinigungsrate ist jedoch ebenso auf den Hauptkatalysator 9 anwendbar, wenn (nicht gezeigte) Abgassensoren verwendet werden, die stromaufseitig bzw. stromabseitig vom Hauptkatalysator 9 angeordnet sind. Dann können die gleichen Wirkungen erzielt werden.

Die obenbeschriebene Ausführungsform der Erfindung besitzt die folgenden Vorteile.

- (1) Der Verschlechterungsgrad der Schnellaktivierungsfunktion des Schnellaktivierungskatalysators 8A kann genau diagnostiziert werden, so daß eine Katalysatordiagnose möglich ist, die für eine Abgasreinigungsvorrichtung geeignet ist, mit der künftige strenge Abgasvorschriften (z. B. die nordamerikanische Abgasvorschrift ULEV) erfüllt werden können.
- (2) Da die Diagnose sowohl für den Verschlechterungsmodus A als auch für den Verschlechterungsmodus B, die in Fig. 3 gezeigt sind, ausgeführt wird, werden der Schnellaktivierungskatalysator 8A und der Vorkatalysator 8B unabhängig voneinander untersucht, so daß es möglich ist, lediglich das verschlechterte Teil zu ersetzen.
- (3) Die Diagnose dieser Katalysatoren 8A und 8B kann unter Verwendung gemeinsamer Abgassensoren ausgeführt werden.

Gemäß der Erfindung ist selbst in einer Abgasreinigungsvorrichtung für Verbrennungsmotoren, die zusätzlich zum Hauptkatalysator mit einem Schnellaktivierungskatalysator (Hilfskatalysator) ausgerüstet ist, um strenge Abgasvorschriften zu erfüllen, eine exakte Katalysator-Verschlechterungsdiagnose auch bezüglich der Funktion des Schnellaktivierungskatalysators möglich.

Wenn gemäß der Erfindung der Vorkatalysator und der Schnellaktivierungskatalysator, die einen Hilfskatalysator bilden, vor dem Hauptkatalysator angeordnet sind, kann zwischen den Verschlechterungen dieser Katalysatoren unterschieden werden, so daß eine geeignete Ersetzung nur eines Katalysators möglich ist.

Patentansprüche

1. Abgasreinigungsvorrichtung für Verbrennungsmotoren, mit einem Katalysator (8) für die Reinigung des Abgases eines Verbrennungsmotors, gekennzeichnet durch eine Katalysator-Diagnoseeinrichtung (4, 5, 6, 10, 12), die eine Verschlechterung des Katalysators (8) feststellt, indem sie die Anstiegscharakteristik der Abgasreinigungsrate des Katalysators (8) in Abhängigkeit von der Katalysatortemperatur (Tcat) mit einer Referenz-Anstiegscharakteristik vergleicht.
2. Abgasreinigungsvorrichtung für Verbrennungs-

motoren mit einem Hauptkatalysator (9) zum Reinigen des Abgases eines Verbrennungsmotors, und einem Hilfskatalysator (8), dessen Aktivierung beschleunigt ist, gekennzeichnet durch eine Katalysator-Diagnoseeinrichtung (4, 5, 6, 10, 12), die eine Verschlechterung des Hilfskatalysators (8) feststellt, indem sie die Anstiegscharakteristik der Abgasreinigungsrate des Hilfskatalysators (8) in Abhängigkeit von der Katalysatortemperatur (Tcat) mit einer Referenz-Anstiegscharakteristik vergleicht.

3. Abgasreinigungsvorrichtung für Verbrennungsmotoren, mit einem Hauptkatalysator (9), einem Hilfskatalysator (8), der vor dem Hauptkatalysator (9) angeordnet ist und einen Schnellaktivierungskatalysator (8A), dessen Aktivierung beschleunigt ist, sowie einen Vorkatalysator (8B), der die Reinigung nach der Aktivierung sicherstellt, enthält, und Abgassensoren (5, 6), die entweder hinter dem Hilfskatalysator (8) oder vor und hinter dem Hilfskatalysator (8) angeordnet sind, gekennzeichnet durch eine Einrichtung (10), die die Temperatur (Tcat) des Hilfskatalysators (8) erfaßt oder schätzt, und eine Katalysator-Diagnoseeinrichtung (12), die eine Anstiegscharakteristik der Abgasreinigungsrate des Hilfskatalysators (8) in Abhängigkeit von der Katalysatortemperatur (Tcat) sowie eine Stationärzustandscharakteristik der Abgasreinigungsrate des Hilfskatalysators (8) in Abhängigkeit von der Katalysatortemperatur (Tcat) nach dem Anstieg auf der Grundlage der Temperatur (Tcat) des Hilfskatalysators (8) und der Daten von den Abgassensoren (5, 6) ermittelt und die Anstiegscharakteristik mit einer Referenz-Anstiegscharakteristik vergleicht und feststellt, daß der Schnellaktivierungskatalysator (8A) verschlechtert ist, wenn diese Anstiegscharakteristiken mindestens um einen vorgegebenen Wert gegeneinander versetzt sind und die Stationärzustandscharakteristik mit einer Referenz-Stationärzustandscharakteristik vergleicht und feststellt, daß der Vorkatalysator (8B) verschlechtert ist, wenn diese Stationärzustandscharakteristiken mindestens um einen vorgegebenen Wert gegeneinander versetzt sind.

4. Abgasreinigungsvorrichtung für Verbrennungsmotoren nach irgendeinem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Katalysator-Diagnoseeinrichtung (12) so beschaffen ist, daß sie bei Vorliegen der folgenden Bedingungen entscheidet, daß der Katalysator (8) ersetzt werden soll:

- (1) die Anstiegscharakteristik der Abgasreinigungsrate des diagnostizierten Katalysators (8) in Abhängigkeit von der Katalysatortemperatur (Tcat) ist gegenüber einer Referenzanstiegscharakteristik mindestens um einen vorgegebenen Wert zur Seite hoher Temperatur verschoben;
- (2) die Abgasreinigungsrate C' des diagnostizierten Katalysators (8) bei einer Temperatur Tcat0, welche als repräsentativer Punkt einer Referenz-Anstiegscharakteristik dient, ist mindestens um einen vorgegebenen Wert niedri-

ger als eine Referenz-Abgasreinigungsrate C
bei der Temperatur T_{cat0} ; oder
(3) der Gradient (θ') der Anstiegscharakteristik
der Abgasreinigungsrate des diagnostizierten
Katalysators (8) in Abhängigkeit von der Tem- 5
peratur (T_{cat}) ist mindestens um einen vorge-
gebenen Wert niedriger als der Gradient (θ)
der Referenz-Anstiegscharakteristik.

5. Abgasreinigungsvorrichtung für Verbrennungs-
motoren nach irgendeinem der Ansprüche 1 bis 4, 10
dadurch gekennzeichnet, daß
die Temperatur (T_{cat}) des diagnostizierten Kataly-
sators (8) in Übereinstimmung mit der in den Motor
angesaugten Luftmenge (Q_a) und/oder der zuge- 15
führten Kraftstoffmenge und/oder des integrierten
Werts der Leistung oder der Energie, die in den
Katalysator (8) eingegeben werden, um dessen Ak-
tivierung zu beschleunigen, und/oder der seit dem
Anlassen des Motors verstrichenen Zeit, und/oder 20
der Motordrehzahl (N) und/oder der Last des Mo-
tors und/oder der Motorkühlwassertemperatur
(T_w) geschätzt wird.

6. Abgasreinigungsvorrichtung für Verbrennungs-
motoren nach irgendeinem der Ansprüche 1 bis 5,
gekennzeichnet durch eine Einrichtung zum Aus- 25
geben eines Alarms, wenn eine Verschlechterung
des Katalysators (8) erfaßt wird.

Hierzu 6 Seite(n) Zeichnungen

30

35

40

45

50

55

60

65

Fig. 1

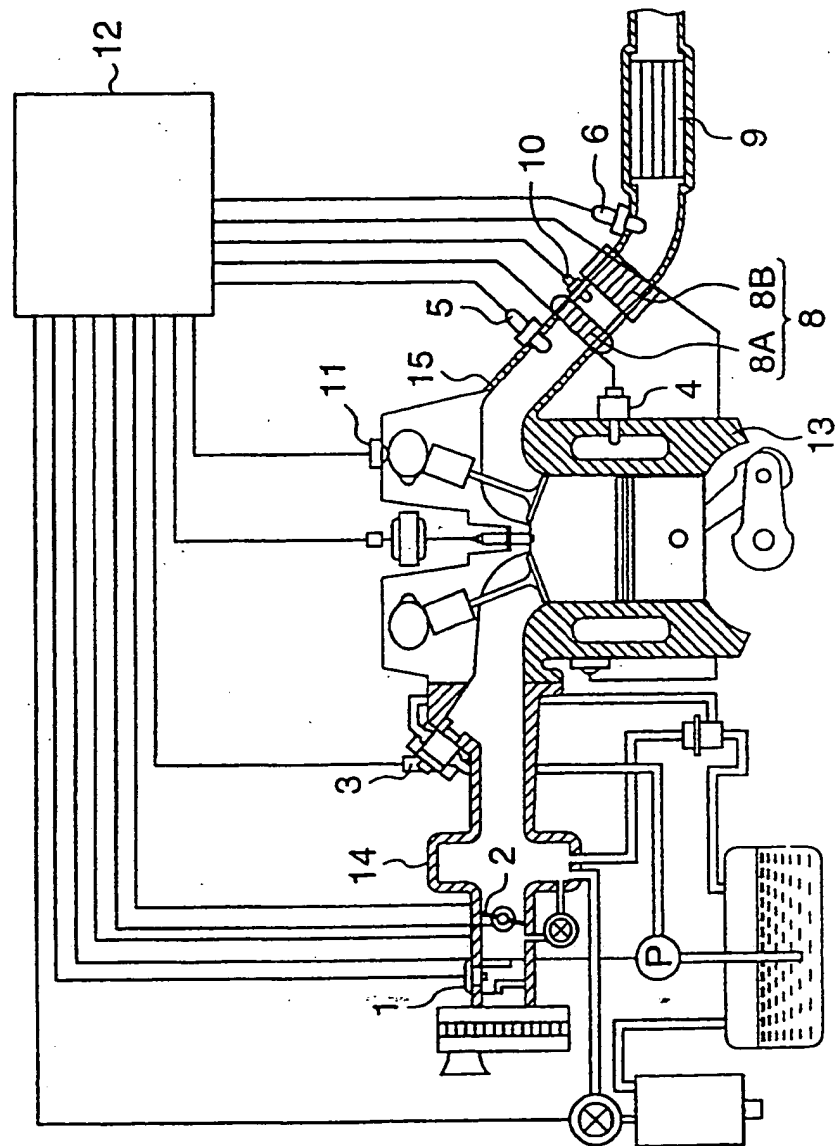


FIG. 2

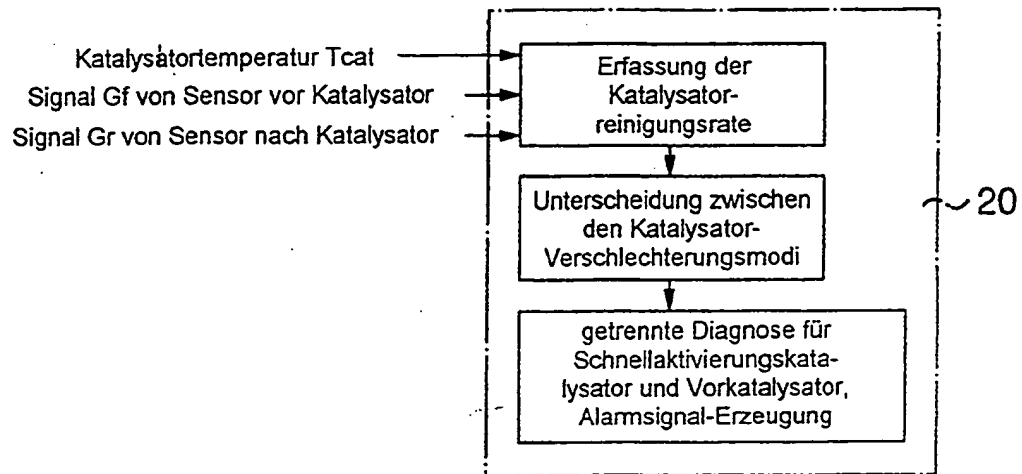


FIG. 3

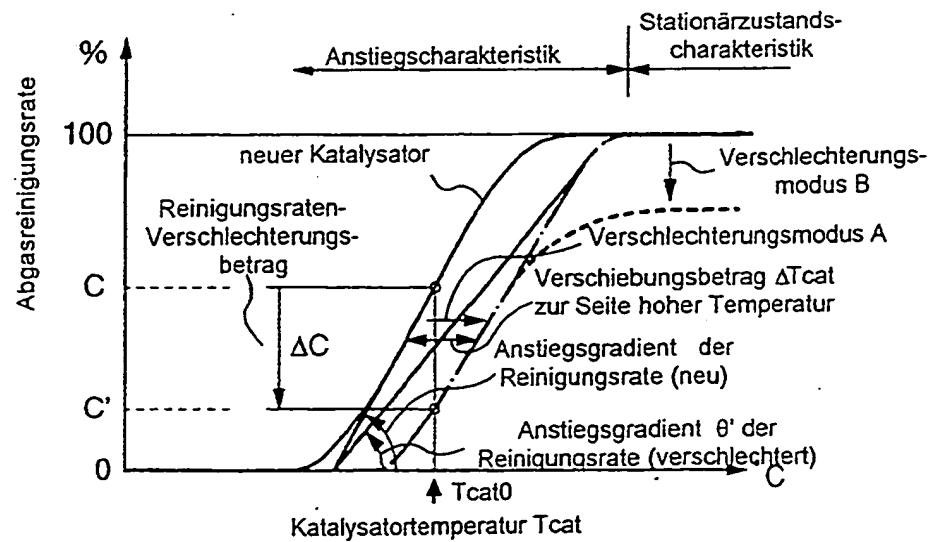


FIG. 4

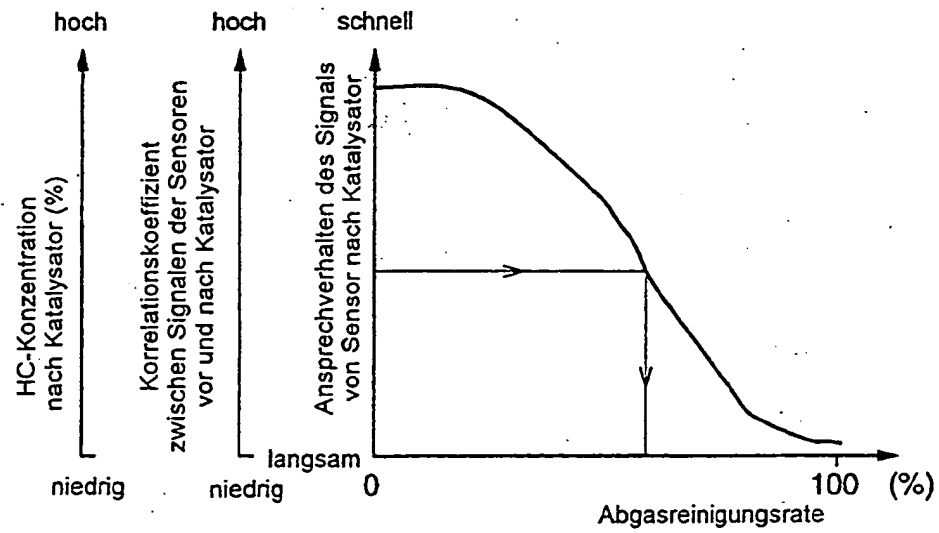


FIG. 5

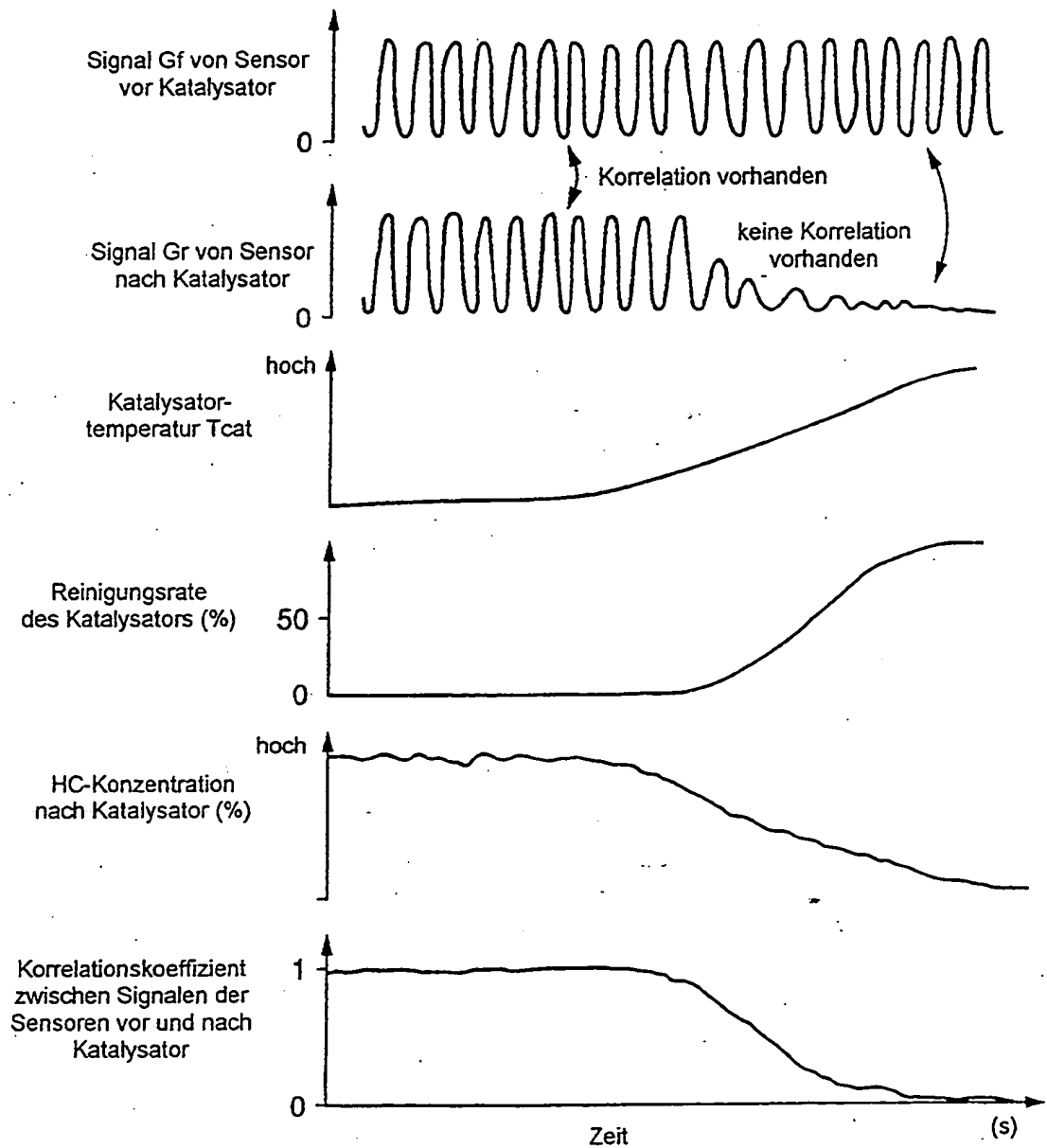


FIG. 6

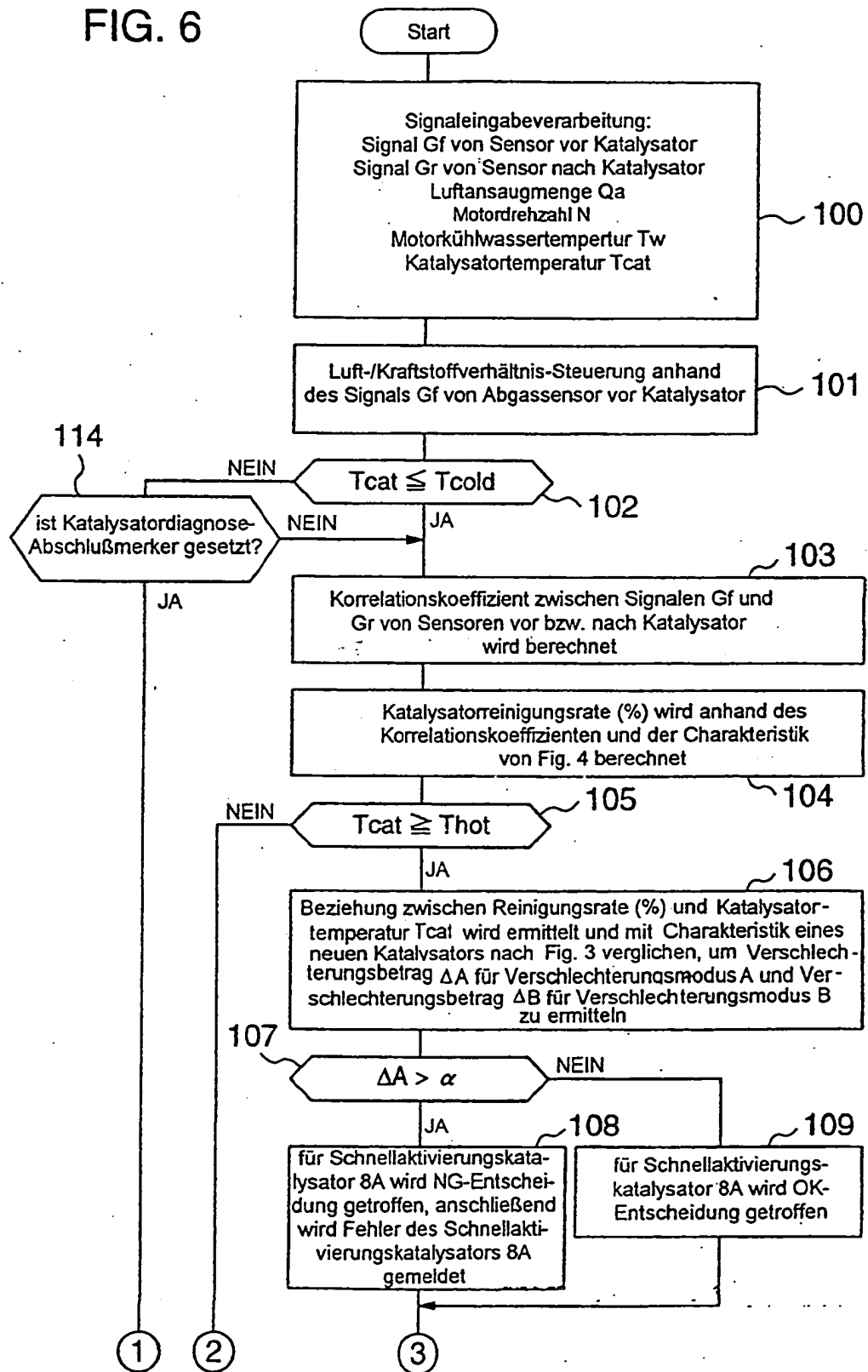


FIG. 7

